Obsah

Úvod i

Historie statistiky 1

1 Průzkumová analýza jednorozměrných dat, diagnostické grafy 5
1.1 Motivace . . . 5
1.2 Funkcionální charakteristiky datového souboru . . . 5
1.2.1 Označení . . . 5
1.2.2 Bodové rozložení četností . . . 6
1.2.3 Intervalové rozložení četností . . . 8
1.3 Číselné charakteristiky datového souboru . . . 9
1.3.1 Znaky nominálního typu . . . 9
1.3.2 Znaky ordinálního typu . . . 9
1.3.3 Znaky intervalového a poměrového typu . . . 11
1.4 Diagnostické grafy . . . 13
1.4.1 Krabicový diagram (Box plot) . . . 13
1.4.2 Normal probability plot (N-P plot) . . . 14
1.4.3 Quantile - quantile plot (Q-Q plot) . . . 15
1.4.4 Probability - probability plot (P-P plot) . . . 16
1.4.5 Histogram . . . 16
1.4.6 Vzhled diagnostických grafů pro rozložení s různou šikmostí 16
1.5 Příklady . . . 18

2 Úvod do indexní analýzy 19
2.1 Motivace . . . 19
2.2 Ukazatel a jeho druhy . . . 19
2.2.1 Rozlišení ukazatelů z věcného hlediska . . . 19
2.2.2 Rozlišení ukazatelů z hlediska stejnorodosti . . . 20
2.3 Indexy, diference a jejich typy . . . 20
2.3.1 Typy srovnávání hodnot ukazatelů . . . 20
2.3.2 Druhy srovnávání hodnot ukazatelů . . . 20
2.3.3 Rozlišení indexů z hlediska věcného obsahu . . . 21
2.3.4 Rozlišení indexů z hlediska stejnorodosti . . . 21

2.3.5 Rozlišení indexů z hlediska prostorového vymezení 22
2.4 Individuální indexy a diference 22
2.4.1 Jednoduché individuální indexy a diference 22
2.4.2 Bazické a řetězové indexy 23
2.4.3 Složené individuální indexy a diference 23
2.5 Souhrnné indexy a diference 25
2.5.1 Souhrnné indexy množství 25
2.5.2 Souhrnné indexy úrovně (ceny) 26
2.6 Příklady 27

3 Popis časových řad **29**
3.1 Motivace 29
3.2 Časové řady 29
3.2.1 Pojem časové řady 29
3.2.2 Druhy časových řad 29
3.2.3 Grafické znázornění časové řady 30
3.3 Popisné charakteristiky časových řad 31
3.3.1 Průměr okamžikové časové řady 31
3.3.2 Průměr intervalové časové řady 32
3.4 Dynamické charakteristiky časových řad 32
3.4.1 Absolutní přírůstky 32
3.4.2 Relativní přírůstek 33
3.4.3 Koeficient růstu (tempo růstu) 33
3.5 Odhad trendu časové řady pomocí regrese 34
3.5.1 Aditivní model časové řady 34
3.5.2 Cíl regresní analýzy trendu 34
3.5.3 Nejdůležitější typy trendových funkcí 35
3.5.4 Orientační ověření kvality modelu 35
3.6 Odhad trendu časové řady pomocí klouzavých průměrů 37
3.6.1 Podstata klouzavých průměrů 37
3.6.2 Šířka vyhlazovacího okénka 37
3.7 Příklady 39

4 Průzkumová analýza vícerozměrných dat **41**
4.1 Motivace 41
4.2 Vizualizace vícerozměrných dat 41
4.3 Podstata metody hlavních komponent 42
4.3.1 Označení 42
4.3.2 Základní pojmy 42
4.3.3 Získání hlavních komponent 43
4.4 Shluková analýza 44
4.4.1 Cíl shlukové analýzy 44
4.4.2 Podobnost objektů 44
4.4.3 Hierarchické shlukování 44
4.5 Příklady 49

5 Základní pojmy matematické statistiky **51**
5.1 Motivace 51
5.2 Náhodný výběr a statistiky odvozené z náhodného výběru 52
5.2.1 Pojem náhodného výběru 52
5.2.2 Pojem statistiky, příklady důležitých statistik 52
5.3 Bodové a intervalové odhady parametrů a parametrických funkcí . 53
5.3.1 Typy bodových odhadů 54
5.3.2 Vlastnosti důležitých statistik 55
5.3.3 Pojem intervalu spolehlivosti 56
5.3.4 Postup při konstrukci intervalu spolehlivosti 56
5.3.5 Šířka intervalu spolehlivosti 58
5.4 Plánování pokusů 58
5.4.1 Jednoduché pozorování 59
5.4.2 Dvojné pozorování 59
5.4.3 Mnohonásobné pozorování 59
5.5 Úvod do testování hypotéz 60
5.5.1 Nulová a alternativní hypotéza 60
5.5.2 Chyba 1. a 2. druhu 61
5.5.3 Testování pomocí kritického oboru 61
5.5.4 Testování pomocí intervalu spolehlivosti 62
5.5.5 Testování pomocí p-hodnoty 63
5.5.6 Příklad 63
5.6 Příklady 66

6 Parametrické úlohy o jednom náhodném výběru **71**
6.1 Náhodný výběr z normálního rozložení 71
6.1.1 Rozložení statistik odvozených z výběrového průměru a výběrového rozptylu 71
6.1.2 Intervaly spolehlivosti pro parametry μ, σ^2 73
6.1.3 Testování hypotéz o parametrech μ, σ^2 75
6.1.4 Provedení testů o parametrech μ, σ^2 pomocí kritického oboru 75
6.2 Náhodný výběr z dvourozměrného normálního rozložení 76
6.2.1 Interval spolehlivosti pro parametr μ 76
6.2.2 Párový t-test 77
6.3 Náhodný výběr z alternativního rozložení 77
6.3.1 Rozložení statistiky odvozené z výběrového průměru 77
6.3.2 Asymptotický interval spolehlivosti pro parametr θ 78
6.3.3 Testování hypotézy o parametru θ 78
6.4 Příklady 79

7 Parametrické úlohy o dvou nezávislých náhodných výběrech **83**
7.1 Dva nezávislé náhodné výběry z normálních rozložení 83
7.1.1 Rozložení statistik odvozených z výběrových průměrů a výběrových rozptylů 83

7.1.2 Intervaly spolehlivosti pro parametrické funkce $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ . . . 85
7.1.3 Testování hypotéz o parametrických funkcích $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ . . . 88
7.1.4 Provedení testů o parametrických funkcích $\mu_1 - \mu_2, \sigma_1^2/\sigma_2^2$ pomocí kritického oboru . . . 88
7.2 Dva nezávislé náhodné výběry z alternativních rozložení . . . 90
7.2.1 Rozložení statistiky odvozené z výběrových průměrů . . . 90
7.2.2 Asymptotický interval spolehlivosti pro parametrickou funkci $\theta_1 - \theta_2$ . . . 90
7.2.3 Testování hypotézy o parametrické funkci $\theta_1 - \theta_2$ . . . 91
7.3 Příklady . . . 92

8 Parametrické úlohy o více nezávislých náhodných výběrech **95**
8.1 Více nezávislých náhodných výběrů z normálních rozložení . . . 95
8.1.1 Motivace . . . 95
8.1.2 Označení . . . 96
8.1.3 Testování hypotézy o shodě středních hodnot . . . 96
8.1.4 Bartlettův a Levenův test shody rozptylů . . . 98
8.2 Metody mnohonásobného porovnávání . . . 98
8.2.1 Tukeyova metoda . . . 99
8.2.2 Scheffého metoda . . . 99
8.3 Příklad . . . 99
8.4 Význam předpokladů v analýze rozptylu . . . 100
8.5 Více nezávislých náhodných výběrů z alternativních rozložení . . . 100
8.5.1 Test homogenity binomických rozložení . . . 100
8.5.2 Test homogenity binomických rozložení založený na arkus-sinusové transformaci . . . 102
8.5.3 Mnohonásobné porovnávání . . . 102
8.6 Příklady . . . 103

9 Neparametrické testy o mediánech **107**
9.1 Motivace . . . 107
9.2 Uspořádaný náhodný výběr, vektor pořadí a jeho vlastnosti . . . 107
9.3 Jednovýběrové pořadové testy . . . 108
9.3.1 Znaménkový test . . . 108
9.3.2 Jednovýběrový Wilcoxonův test . . . 110
9.4 Dvouvýběrové pořadové testy . . . 111
9.4.1 Dvouvýběrový Wilcoxonův test . . . 111
9.4.2 Waldův – Wolfowitzův test . . . 112
9.4.3 Dvouvýběrový Kolmogorovův – Smirnovův test . . . 113
9.5 Kruskalův – Wallisův test a mediánový test . . . 114
9.5.1 Formulace problému . . . 114
9.5.2 Kruskalův – Wallisův test . . . 114
9.5.3 Mediánový test . . . 115

9.5.4 Metody mnohonásobného porovnávání . . . 115
9.6 Příklady . . . 116

10 Porovnání empirického a teoretického rozložení **119**
10.1 Motivace . . . 119
10.2 Kolmogorovův – Smirnovův test . . . 119
10.3 Shapirův – Wilkův test normality . . . 121
10.4 Testy dobré shody . . . 121
10.5 Příklady . . . 123

11 Analýza závislosti dvou veličin **125**
11.1 Motivace . . . 125
11.2 Testování nezávislosti nominálních veličin . . . 125
11.2.1 Popis testu . . . 125
11.2.2 Podmínky dobré aproximace . . . 126
11.2.3 Měření síly závislosti . . . 126
11.2.4 Čtyřpolní tabulky . . . 127
11.3 Testování nezávislosti ordinálních veličin . . . 128
11.4 Testování nezávislosti intervalových či poměrových veličin . . . 130
11.4.1 Pearsonův koeficient korelace . . . 130
11.4.2 Výběrový koeficient korelace . . . 130
11.4.3 Koeficient korelace dvourozměrného normálního rozložení . . . 131
11.4.4 Testování hypotézy o nezávislosti . . . 131
11.4.5 Porovnání koeficientu korelace s danou konstantou . . . 133
11.4.6 Porovnání dvou koeficientů korelace . . . 133
11.4.7 Interval spolehlivosti pro koeficient korelace . . . 134
11.5 Příklady . . . 136

I Statistické tabulky **139**
Distribuční funkce standardizovaného normálního rozložení . . . 141
Kvantily standardizovaného normálního rozložení . . . 143
Kvantily Pearsonova rozložení . . . 144
Kvantily Studentova rozložení . . . 146
Kvantily Fisherova – Snedecorova rozložení pro $\alpha = 0,95$ . . . 147
Kvantily Fisherova – Snedecorova rozložení pro $\alpha = 0,975$ . . . 151
Kritické hodnoty studentizovaného rozpětí . . . 155
Kritické hodnoty znaménkového testu . . . 156
Kritické hodnoty jednovýběrového Wilcoxonova testu . . . 157
Kritické hodnoty dvouvýběrového Wilcoxonova testu . . . 158
Kritické hodnoty dvouvýběrového Kolmogorovova – Smirnovova testu . . . 159
Kritické hodnoty Neményiho metody . . . 160
Kritické hodnoty a modifikované kritické hodnoty Kolmogorovova - Smirnovova testu . . . 161
Kritické hodnoty pro Spearmanův koeficient pořadové korelace . . . 162